Das Projekt „Industriewald Ruhrgebiet“ – Ergebnisse aus sechs Jahren Sukzessionsforschung

Peter Gausmann

Ruhr-Universität Bochum, Lehrstuhl Spezielle Botanik, AG Geobotanik, D-44780 Bochum

1. Einleitung

Die Größe der im Ruhrgebiet vorhandenen Brachflächen, welche durch den Rückgang der Montanindustrie entstanden sind, wird heute auf ca. 10 000 ha geschätzt (WEISS & al. 2005). Mit der aufkommenden Frage nach der weiteren Entwicklung der entstandenen Restflächen im Ruhrgebiet, die sich zum Großteil im Besitz der Landesentwicklungsgesellschaft (LEG) NRW befinden, wurde als letztes Projekt der Internationalen Bauausstellung (IBA) Emscherpark ein Versuch gestartet, solche Flächen auch im Zuge einer ökologischen Langzeituntersuchung (Monitoring) zu beobachten (vgl. Artikel von WEISS in diesem Heft). Im "Projekt Industriewald Ruhrgebiet", welches im Jahre 1999 begann und aktuell von der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (LÖBF) in Zusammenarbeit mit dem Forstamt Recklinghausen betreut wird, werden auf sechs ausgewählten Daueruntersuchungsflächen (permanent plots) in jährlichem Turnus vegetationskundliche, bodenkundliche und bodenfaunistische sowie waldstrukturelle Untersuchungen durchgeführt. Folgende Fragestellungen stehen bei den vegetationskundlichen Untersuchungen (Modul B2) im Projekt im Vordergrund (nach WEISS 2003):

- Welche Pflanzenarten besiedeln als erste die offenen Böden der Industriebrachen ?
- Wie und wann verschieben sich die Mengenverhältnisse der Arten in der Pflanzendecke ?
- Welche Zeiträume braucht die Natur, neu geschaffene Standorte zu besiedeln ?
- Welche Baumarten setzen sich im Verlauf der Sukzession (= langfristigen Vegetationsentwicklung) durch ?
- Welche Faktoren beeinflussen die Sukzession, wie verändern sie sich im Laufe der Zeit und wie beeinflussen sie sich gegenseitig,
- Welche Eigenschaften haben die neu entstandenen Biozönosen oder kommt es sogar zur Angleichung dieser Wälder mit bereits bekannten Waldtypen, z. B. einem Eichen- oder Buchenwald ?

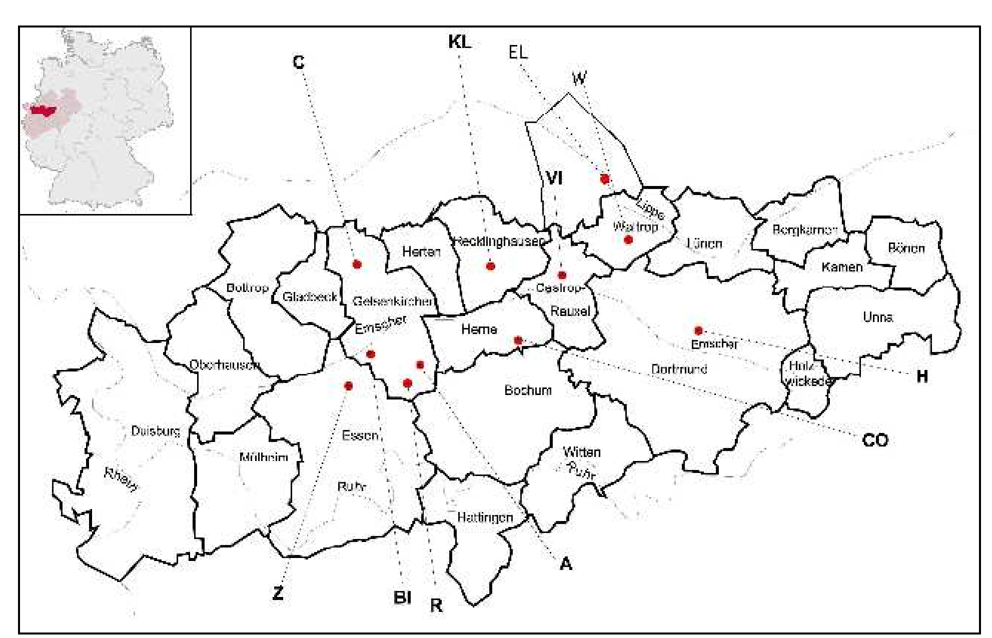


***Abb. 1:** Lage der Untersuchungsflächen des Projektes im Ruhrgebiet (Abkürzungen: A = Zeche Alma; BI = Zeche Bismarck; C = Chemische Werke Schalke; CO = Zeche Constantin; EL = Zeche Emscher/Lippe; H = Kokerei Hansa; KL = Zeche König Ludwig; R = Zeche Rheinelbe; VI = Zeche Viktor; W = Zeche Waltrop; Z = Zeche Zollverein)*

Das gesamte Projekt umfasst heute elf Waldflächen im Ruhrgebiet mit einer Gesamtfläche von 244 ha (s. Abb. 1 u. Abb. 2) Die so gewonnenen Daten sollen Informationen bezüglich Zeitdauer und Verlauf der Sukzession liefern, dies jedoch nicht repräsentativ, um allgemeingültige Aussagen zu treffen, sondern um Modelle zu entwickeln, wie und in welchen Zeiträumen Sukzession auf solchen Brachflächen ablaufen kann (vgl. Artikel von WEISS in diesem Heft). Solche Sukzessionsmodelle liefern wertvolle Daten und Informationen, wie sich die Natur auf solch völlig neu entstandenen, stark anthropogen veränderten Standorten, die es in dieser Form in der Naturlandschaft nicht gibt, entwickelt. Zudem hat die in den vergangenen Jahrzehnten gewonnene Erfahrung gezeigt, dass die bisher auf Bergehalden angewandten Begrünungsmethoden auf Grund der meist extremen Standortverhältnisse (Trockenheit, Hitze, hohe Reliefenergie), welche die Bergehalden kennzeichnen, sowohl aus ökologischen wie auch aus finanziellen Gründen nur wenig Erfolg versprechend sind (JOCHIMSEN 1991 u. JOCHIMSEN & al. 1995). Die Dauerquadrat-Untersuchungen des Projektes sind auf drei Industriebrachen im mittleren Ruhrgebiet beschränkt, und zwar auf die Brachflächen der ehemaligen Zeche Zollverein (Essen-Katernberg), Zeche Rheinelbe und Zeche Alma (beide Gelsenkirchen-Ückendorf). Hier wurden jeweils zwei Dauerbeobachtungsflächen differenziert nach Alter der Vegetationsbestände in einem Pionierstadium, einem Verbuschungsstadium und einem Waldstadium platziert (s. Abb. 3). Die Untersuchungen auf diesen Dauerquadraten umfassen Erhebungen zum Diasporenniederschlag, zur Diasporenbank, zu Verschiebungen im Arteninventar sowie zu Veränderungen in der Abundanz (Häufigkeit) und Dominanz (Deckungsgrad) der einzelnen Arten. Die Untersuchungen wurden im Jahr 1999 von Dipl.-Biol. U. Goos, im Jahr 2000 von Dipl.-Biol. C. Kert und Dipl.-Biol. M. Schürmann durchgeführt. In den Jahren 2001 und 2002 fanden auf Grund Personalmangels keine Untersuchungen statt. Seit dem Jahr 2003 werden die vegetationskundlichen Untersuchungen von Dipl.-Geogr. P. Gausmann durchgeführt.

Gelände	Größe (in ha)	
Zeche Rheinelbe	42	
Zeche Alma		26
Zeche Graf Bismarck		20
Chemische Schalke	13	
Zeche Waltrop		26
Zeche Emscher-Lippe 3/4	34	
Zeche Constantin 10		8
Zollverein Schacht I,II, VIII, XII, und Kokerei		41
Kokerei Hansa		20
Zeche König Ludwig 1/2	2	
Zeche Viktor 3/4	12	
∑ **11**		∑ **244**

Abb. 2: Übersicht und Größe der Flächen des Projektes "Industriewald Ruhrgebiet" (nach DETTMAR 2005)

Pionierstadien

Pionierfläche **Alma (PA)** **● frisches Bergematerial** **● beginnendes Hochstaudenstadium**	**Pionierfläche** **Zollverein (PZ)** **● frisches Bergematerial** **● hoher Grad an anthropogener Störung**

Verbuschungsstadien

Verbuschungsfläche **Alma (VA)** **● Bauschuttfläche** **● (verbuschende) Hochstaudenflur**	**Verbuschungsfläche** **Rheinelbe (VR)** **● Bergematerial** **● Birken-Vorwald (15-20 Jahre alt)**

Waldstadien

Waldstadium **Zollverein (WZ)** **● Bergematerial** **● Robinienforst (100 Jahre alt)** **● beginnende Zerfallsphase**	**Waldstadium** **Rheinelbe (WR)** **● Bergematerial** **● Birkenwald (50 Jahre alt)**

Abb. 3: Übersicht der Untersuchungsflächen des Projektes „Industriewald Ruhrgebiet“ in unterschiedlichen Sukzessionsstadien (nach WEISS 2003)

2. Vegetationsdynamik auf den Daueruntersuchungsflächen

2.1. Pionierfläche Alma

Bei dieser Daueruntersuchungsfläche handelt es sich um einen Standort, der durch frisches Bergematerial gekennzeichnet ist (s. Abb. 3) und der sich – bedingt durch die dunkle Färbung des Substrates – im Sommer stark aufheizt. Im Herbst und Winter dagegen neigt das stark verdichtete Bergematerial zur Vernässung, so dass es auf dieser Untersuchungsfläche zu einem permanenten Wechsel zwischen Trockenheit und Feuchte kommt. In der Flora dieser Fläche spiegelt sich dies z. B. durch das Auftreten thermophiler Arten wie dem Klebrigen Alant (*Dittrichia graveolens*) wieder, einem typischen Industriophyten, der ursprünglich aus dem Mittelmeerraum stammt. Vermutlich wird auch im Bergematerial vorhandenes Salz freigesetzt, was durch die salztolerante Spieß-Melde (*Atriplex prostrata*), die auf dieser Fläche vorkommt, angezeigt wird.
Die Gesamtartenzahl auf der Pionierfläche Alma erreichte in den ersten beiden Jahren der Untersuchungen mit 24 Arten im Jahr 2000 ihr Maximum (s. Abb. 4), danach ging sie auf 14 Arten im Jahr 2005 zurück. Dies kann mit dem niedrigen Konkurrenzdruck, welcher offene, junge Ruderalstandorte kennzeichnet, erklärt werden. Die Höhe der Vegetation auf der Pionierfläche Alma nahm von 1999 bis 2005 stetig zu, und zwar von zehn cm auf 80 cm. Hier zeichnet sich der rasante Höhenzuwachs der Späten Goldrute (*Solidago gigantea*) ab, welche heute die Fläche dominiert und den Übergang der Fläche vom Pionierstadium zum Hochstaudenstadium kennzeichnet (s. Abb 3 u. 12). Dies geht mit einer Zunahme in dem Deckungsgrad der Vegetation auf dieser Fläche einher, der von sieben % auf 45 % anstieg (s. Abb. 4).

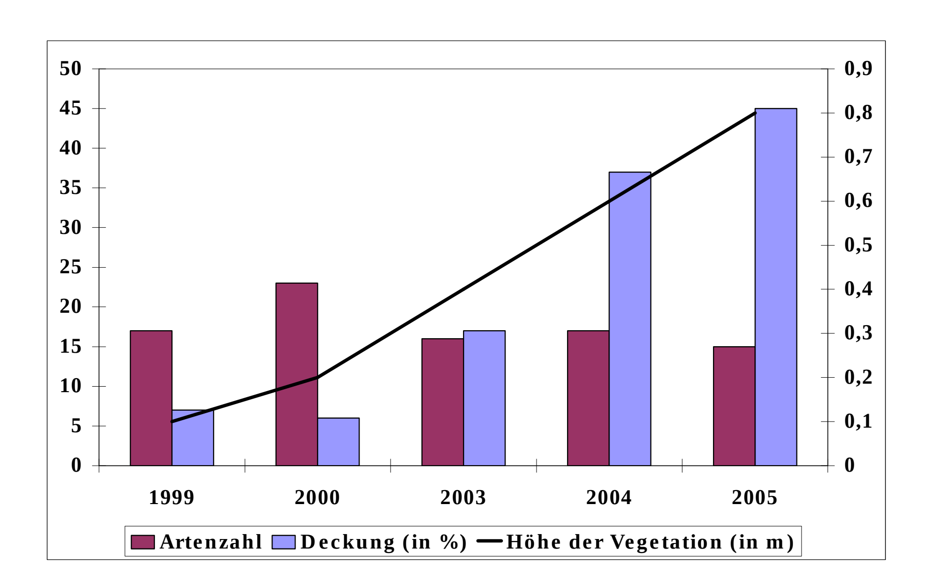


Abb. 4: Entwicklung von Artenzahl, Deckung und Höhe der Vegetation auf der Daueruntersuchungsfläche Pionierstadium Alma (PA)

2.2. Pionierfläche Zollverein (PZ)

Bei dieser Pionierfläche handelt es sich ebenfalls wie bei der Pionierfläche Alma um eine Fläche, die durch frisches Bergematerial gekennzeichnet ist (s. Abb. 3 u. 13). Sie ist Teil einer größeren, flachen Haldenfläche und befindet sich auf dem Gelände der Zeche Zollverein in der Nähe einer Rückriem-Skulpur. Der Bevölkerung ist diese Fläche frei zugänglich, so dass hier ein hoher Erholungsdruck (Spaziergänger, Radfahrer, Hunde) herrscht. Dieser Umstand führt dazu, dass die Vegetationsentwicklung auf dieser Fläche durch Störung unterbrochen wird, es also zu einer regressiven Sukzession, d. h. in entgegen gesetzter Richtung zur Klimax (= Schlussgesellschaft) kommt, da die Höhe der Vegetation wieder abnimmt (s. Abb. 5). Die Vegetation dieser Untersuchungsfläche besteht in erster Linie aus einer Therophyten-Flur mit Annuellen (einjährigen Arten). Typische Arten sind Rote Schuppenmiere (*Spergularia rubra*), Fünfmänniges Horbkraut (*Cerastium semidecandrum*) und Kahles Bruchkraut (*Herniaria glabra*). Vereinzelt kommt zwar auch die Späte Goldrute (*Solidago gigantea*) vor, doch durch das hohe Maß an anthropogener Störung hat sie es auf dieser Fläche anscheinend schwer, sich dauerhaft zu etablieren.

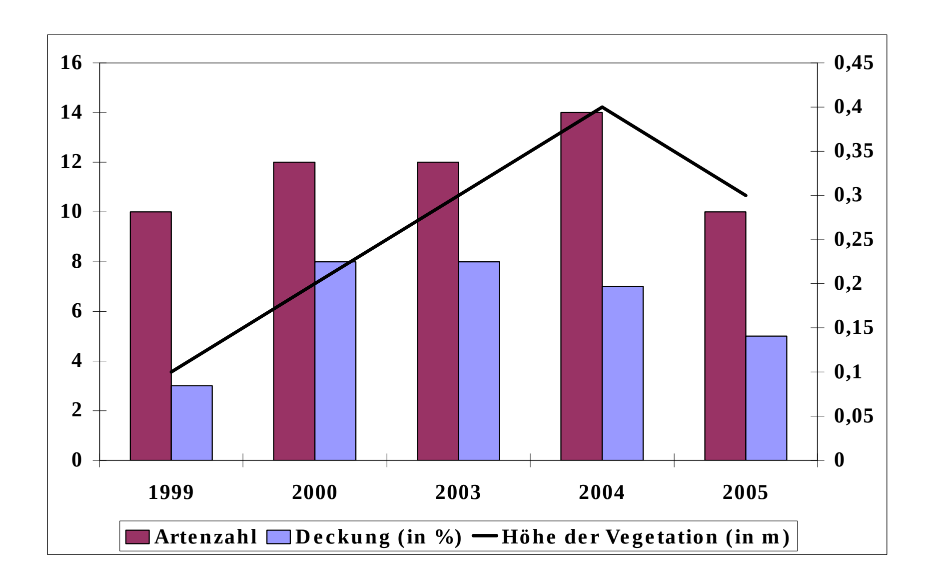


***Abb. 5:* Entwicklung von Artenzahl, Deckung und Höhe der Vegetation auf der Daueruntersuchungsfläche Pionierstadium Zollverein (PZ)**

2.3. Verbuschungsstadium Alma (VA)

Diese Daueruntersuchungsfläche unterscheidet sich von den anderen Untersuchungsflächen dadurch, dass hier - anstatt Bergematerial – Bauschutt das anstehende Substrat ist (s. Abb. 3). Dies wirkt sich in hohem Maße auf den pH-Wert des Substrates aus, der mit pH-Wert acht deutlich höher liegt als auf den anderen Flächen. Der Einfluss des pH-Wertes wirkt sich deutlich auf die Artenzusammensetzung und Artenanzahl in dieser Fläche aus, die mit 58 Arten (2000) außerordentlich artenreich ist (s. Abb. 6). Die Fläche wird überwiegend von der Späten Goldrute (*Solidago gigantea*) dominiert (s. Abb. 14), jedoch finden sich auch die ersten Pioniergehölze, und zwar vorwiegend Silber-Weide (*Salix alba*), Silber-Pappel (*Populus alba*) und verschiedene Weiden-Bastarde (*Salix* div. spec.). Trotz der Dominanz der Späten Goldrute, die den Hauptanteil des Deckungsgrades von 97 % ausmacht (s. Abb. 6), kommen in dieser Fläche mit dem Zierlichen Tausendgüldenkraut (*Centaurium pulchellum*) und dem Echten Tausendgüldenkraut (*Centaurium erythraea*) zwei Arten der Roten Liste NRW vor (s. Tab. 1), die subdominant unter den Goldruten-Beständen gedeihen. Interessant ist hier vor allem der Umstand, dass die ubiquitäre Hänge-Birke (*Betula pendula*), die ja meist als die erste Pioniergehölzart auf industriellen Brachflächen beobachtet werden kann, fast vollständig in der Fläche fehlt und Weiden- und Pappel-Arten die Rolle der Pionierarten unter den Gehölzen einnehmen. Die Verteilung der Pioniergehölzarten wird also in starkem Maße vom pH-Wert geregelt. Dieses Ergebnis deckt sich weitgehend mit den Ergebnissen, die von anderen urban-industriellen Brachflächen im Ruhrgebiet vorliegen (z. B. REIDL 1989).

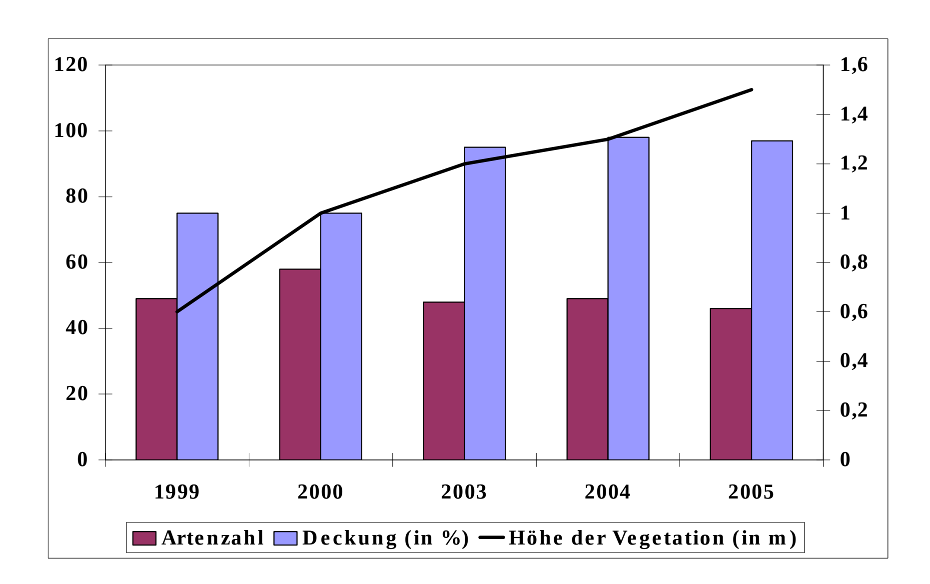


***Abb. 6:* Entwicklung von Artenzahl, Deckung und Höhe der Vegetation auf der Daueruntersuchungsfläche Verbuschungsstadium Alma (VA)**

2.4. Verbuschungsstadium Rheinelbe (VR)

Das Verbuschungsstadium Rheinelbe stellt einen ca. 20 Jahre alten Birken-Pionierwald von sieben Metern Höhe dar (s. Abb. 15), der durch saure Bodenverhältnisse (pH-Wert vier) gekennzeichnet ist. Die Fläche ist daher mit 14 Arten relativ artenarm (s. Abb. 7). Deutlich wird, dass in dieser Untersuchungsfläche nur noch relativ wenige Veränderungen bezüglich Artenzahl und Deckungsgrad stattfanden, es konnte lediglich ein Höhenzuwachs der Baumschicht von zweieinhalb Metern innerhalb von sechs Jahren verzeichnet werden (s. Abb. 7). Charakteristische Arten der Krautschicht in dieser Fläche sind in erster Linie Säurezeiger wie die Draht-Schmiele (*Deschampsia flexuosa*) und Stechpalme (*Ilex aquifolium*). Auch die Wald-Erdbeere (*Fragaria vesca*) kommt reichlich vor. Interessant ist hierbei, dass es sich bei diesen drei Arten um eigentliche „echte" Waldarten handelt, d. h. das sie ihren Ursprung bzw. Verbreitungsschwerpunkt in unseren natürlichen Laubwaldgesellschaften (Buchen- und Eichenwäldern) haben. Es kann also in dieser Fläche eine Einwanderung von Waldarten aus den benachbarten, naturnahen Waldgebieten beobachtet werden.

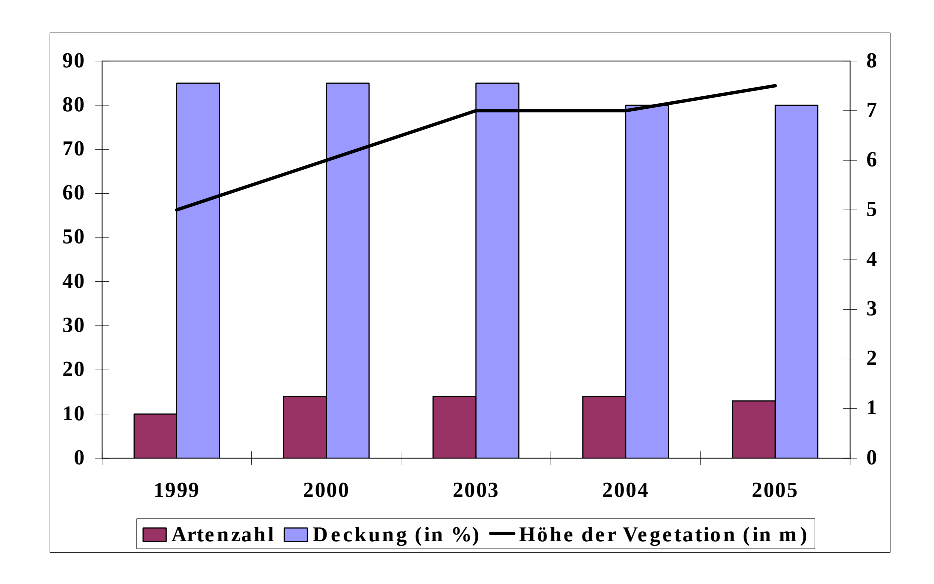


Abb. 7: Entwicklung von Artenzahl, Deckung und Höhe der Vegetation auf der Daueruntersuchungsfläche Verbuschungsstadium Reinelbe (VR)

2.5. Waldstadium Zollverein (WZ)

Im Gegensatz zu den anderen fünf Daueruntersuchungsflächen stellt das Waldstadium Zollverein keine spontan entstandene Vegetation, sondern einen künstlich begründeten Robinien-Forst dar, welcher vor ca. 100 Jahren auf einer Kegelhalde begründet worden ist und der sich mittlerweile in der Zerfallsphase befindet (s. Abb. 3). Vorherrschende Baumart ist die aus Nordamerika stammende Robinie (*Robinia pseudoacacia*), welche als Leguminose in der Lage ist, mit Hilfe von Knöllchenbakterien Luftstickstoff in den Boden zu binden. In der Kraut- und Strauchschicht finden sich daher zahlreiche Stickstoffzeiger (Nitrophyten) wie Breiter Wurmfarn (*Dryopteris dilatata*), Schwarzer Holunder (*Sambucus nigra*) und verschiedene Brombeer-Arten (*Rubus* div. spec.). Die nur schwer zersetzbaren Hülsenfrüchte der Robinie haben mittlerweile eine mehrere Dezimeter mächtige Rohhumusschicht gebildet, welche durch die – als Resultat des niedrigen pH-Wertes (pH-Wert vier) – kaum vorhandene biologische Aktivität im Boden kaum zersetzt wird. Dieses Ökosystem ist relativ stabil, es finden fast überhaupt keine Veränderungen mehr in Arteninventar, Deckungsgrad und Höhe statt (s. Abb. 8). Als Folgebaumart tritt hauptsächlich der Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*) in Erscheinung, der nun diesen Bestand verjüngt. Der relativ niedrige Lichtgenuss, der durch das (noch) dichte Kronendach der Robinien erzeugt wird, begünstigt diese Baumart möglicherweise mehr als Lichtholzarten wie z. B. die Hänge-Birke. Als Schattenzeiger kommen Farn-Arten wie der Wald-Frauenfarn (*Athyrium filix-femina*) und Männlicher Wurm-Farn (*Dryopteris filix-mas*) in der Untersuchungsfläche vor. Auch hier treten Säurezeiger in der Krautschicht auf, wie z. B. Zweiblättriges Schattenblümchen (*Maianthemum bifolium*) und Salbei-Gamander (*Teucrium scorodonia*). Die genannten Arten besitzen ebenfalls ihren Ursprung in bodensauren Laubwaldgesellschaften (z. B. *Luzulo-Fagenion*, *Quercion robori-petraeae*).

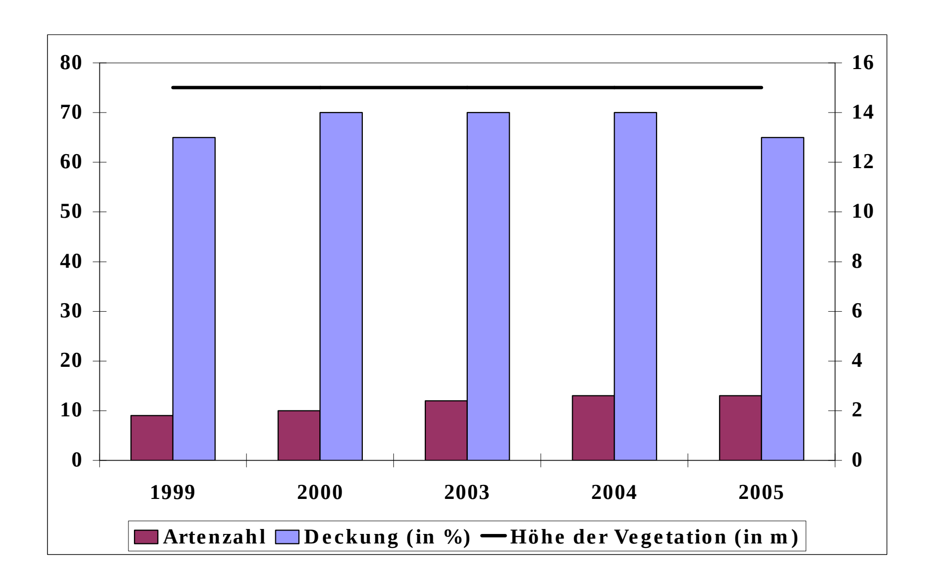


Abb. 8: ***Entwicklung von Artenzahl, Deckung und Höhe der Vegetation auf der Daueruntersuchungsfläche Waldstadium Zollverein (WZ)***

2.6. Waldstadium Rheinelbe (WR)

Das Waldstadium Rheinelbe besteht aus einem ca. 50 Jahre alten und 15 Meter hohen Birken-Vorwald (s. Abb. 3 u. 17), der sich allmählich in der Zerfallsphase befindet. Anstehendes Substrat für die Bodenbildung ist ebenfalls Bergematerial. Genau wie das Waldstadium Zollverein ist auch dieses Waldökosystem im Vergleich zu den Pionier- und Verbuschungsstadien durch seine Stabilität gekennzeichnet, d. h. es finden kaum Veränderungen in Höhe der Vegetation und in der Artenzahl statt. Lediglich in der Deckung der Vegetation herrscht eine Spannbreite von 25 % Deckungsunterschied zwischen den Jahren 1999 und 2003 (s. Abb. 9). Dieser Unterschied resultiert aus den nachwachsenden Birken in der zweiten Baumschicht, die sich allmählich in die Lücken der zusammenbrechenden, sich auflichtenden ersten Baumschicht schieben und das Kronendach wieder schließen. Auch in dieser Untersuchungsfläche finden sich genauso wie im Verbuschungsstadium Rheinelbe Waldarten, und zwar krautige Arten wie die Vielblütige Hainsimse (*Luzula multiflora*), aber auch Gehölze wie Stiel-Eiche (*Quercus robur*), Hainbuche (*Carpinus betulus*) und Berg-Ahorn (*Acer pseudoplatanus*). Die beiden Arten Hainbuche und Bergahorn können durch Windverbeitung (Anemochorie) mit ihren leichten und flugfähigen Samen relativ einfach waldferne Standorte besiedeln, wogegen die Stiel-Eiche mit ihren schweren Samen auf die Ausbreitung von Tieren (Zoochorie) wie z. B. Eichelhäher und Eichhörnchen angewiesen ist, die mit den Samen unterirische Speicher anlegen (Synzoochorie). Das Vorkommen der Stiel-Eiche ist für die Sukzessionsforschung von besonderem Interesse, leitet sie doch womöglich die Entwicklung zur nächsten Generation Wald oder möglicherweise zur Klimaxgesellschaft über.

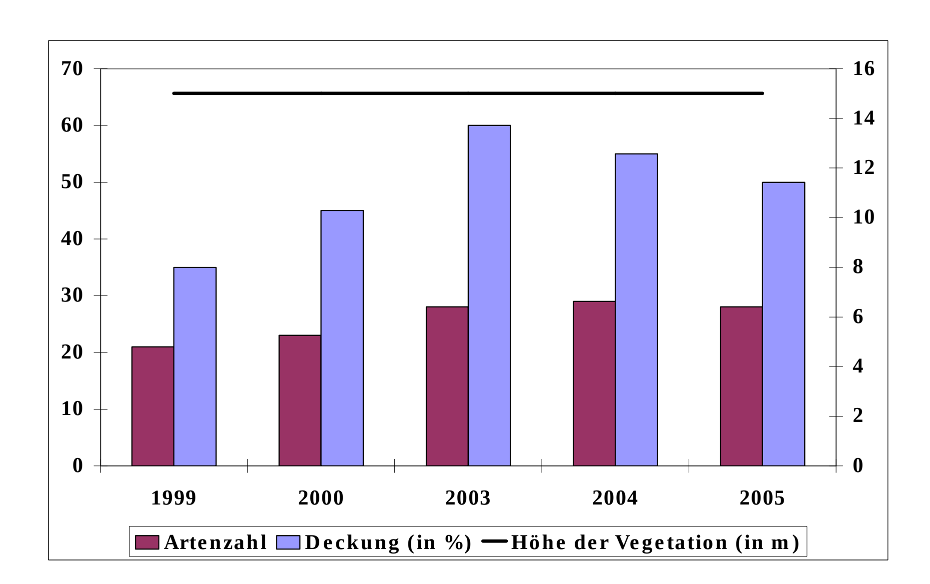


Abb. 9: ***Entwicklung von Artenzahl, Deckung und Höhe der Vegetation auf der Daueruntersuchungsfläche Waldstadium Rheinelbe (WR)***

3. Floristisch-vegetationskundliche Untersuchungen auf den Gesamtflächen (Alma, Rheinelbe, Zollverein)

3.1. Gefährdete Arten

Neben den Dauerquadratuntersuchungen werden die drei Untersuchungsflächen Alma, Rheinelbe und Zollverein im Zuge eines Phytomonitorings alljährlich auf ihr floristisches Inventar untersucht. Dabei konnten 30 Arten der Roten-Liste NRW auf allen drei Untersuchungsflächen nachgewiesen werden (s. Tab. 1), darunter mit den Arten Dorniger Schildfarn (*Polystichum aculeatum*; s. Abb. 10 u. 11) und Kleinem Wintergrün (*Pyrola minor*) zwei bemerkenswerte Wiederfunde, da diese beiden Arten für den Naturraum Westfälisches Tiefland mit Kategorie 0 (= ausgestorben/verschollen) angeführt werden. Hiermit wird die Bedeutung, welche industrielle Restflächen als Refugialraum sowie als Trittsteinbiotope (stepping stones) für gefährdete Arten einnehmen können, deutlich.

Tab. 1:* *Vorkommen von Arten der Roten-Liste NRW auf den untersuchten Flächen (nach GAUSMANN al. 2004)

	Flächen			Rote Liste-Status*		
Taxon	Alma	Rheinelbe	Zollverein	NRW	WT	BRG
Asplenium trichomanes	-	-	x	*	3	3
Carex disticha	x	-	x	*	*	3
Carex rostrata	-	-	x	3	*	2
Carex vesicaria	-	-	x	3	3	2
Carlina vulgaris	x	-	-	*	3	2
Centaurium erythraea	x	x	-	V		
Centaurium pulchellum	x	x	x	3	3N	*
Cynosurus cristatus[1]	-	x	-	V		
Cyperus fuscus	x	-	-	*	3	3
Dianthus armeria ssp. *armeria*	x	-	-	3	3	3
Dianthus deltoides	x	-	-	3	3	1
Galium saxatile	x	-	-	*	*	3
Geum rivale	x	-	-	3	3	3
Hieracium pilosella	x	x	x	V		
Hypericum humifusum	-	x	-	*	3	*
Leontodon hispidus	-	x	-	*	3	3
Myosotis ramosissima	x	-	-	*	3	2
Polystichum aculeatum	x	-	-	*	0	-
Potamogeton crispus	x	-	-	3	3	3
Potentilla argentea	x	-	-	*	3	3
Potentilla supina	x	-	-	*	2	3
Pyrola minor	x	-	-	3	2	0
Rubus nemorosoides	-	x	x	*	3	-
Rhamnus carthatica[2]	x	-	-	*	3	3
Sanguisorba officinalis	-	-	x	*	2	2
Schoenoplectus lacustris	-	-	x	*	3	3
Scrophularia auriculata	x	-	-	*	-	2
Securigera varia	x	-	-	*	3	*
Verbena officinalis	x	x	-	*	*	3
Veronica anagallis-aquatica s. str.	x	-	-	*	*	3
∑ 30	∑ 21	∑ 8	∑ 9			

Rote-Liste-Status nach WOLFF-STRAUB & al. (1999):
0 = ausgestorben / verschollen
1 = vom Austerben bedroht
2 = stark gefährdet
3 = gefährdet
V = zurückgehend (Vorwarnliste)

* für den jeweiligen Naturraum:
NRW = Nordrhein-Westfalen
WT = Westfälische Tieflandsbucht
BRG = Ballungsraum Ruhrgebiet

[1] Art wahrscheinlich durch Saatmischung eingebracht
[2] Art wahrscheinlich gepflanzt



Abb. 10: Dorniger Schildfarn (Polystichum aculeatum) auf der Untersuchungsfläche Alma

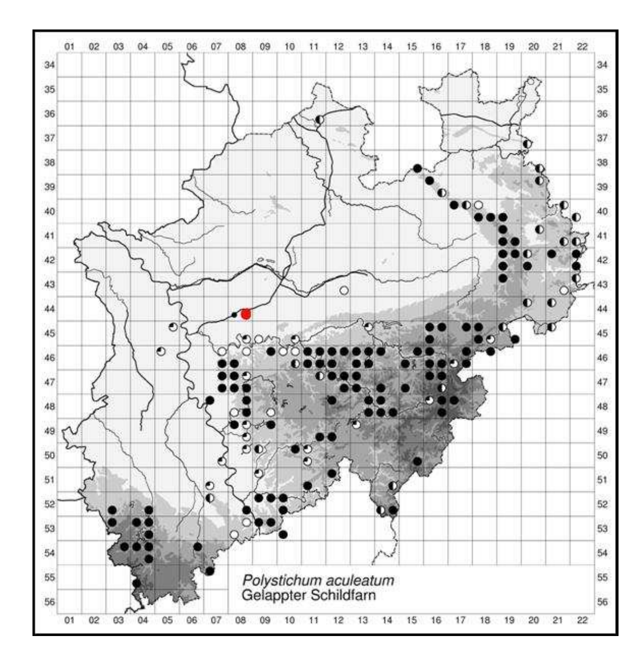


Abb. 11: ***Verbreitung des Dornigen Schildfarnes (Polystichum aculeatum) in Nordrhein-Westfalen mit dem Fundpunkt Alma (MTB 4408/4) in Gelsenkirchen-Ückendorf (nach HAEUPLER & al. 2003; verändert)***

4. Diversität der entstandenen Vegetationstypen

Im Rahmen einer Diplom-Arbeit über urban-industrielle Vorwälder im Ruhrgebiet, welche am Geographischen Institut sowie in der AG Geobotanik der Ruhr-Universität Bochum angefertigt wurde (GAUSMANN 2006), wurden die Untersuchungen über den sukzessionalen Verlauf dieser Industriewälder auf 18 Untersuchungsflächen ausgeweitet. Hierbei handelte es sich um Flächen, die sich vom westlichen Ruhrgebiet (Duisburg) – wie z. B. dem bekannten Landschaftspark Duisburg-Nord – bis ins östliche Ruhrgebiet (Kamen) entlang eines ca. 100 km langen Transektes erstreckten. Durch 120 Vegetationsaufnahmen, die im Rahmen dieser Diplom-Arbeit in Vorwald-Beständen durchgeführt wurden, konnte mit 53 Baumarten eine erstaunliche Phytodiversität in diesen Wäldern festgestellt werden (s. Tab. 2). Interessant scheint hier v. a. der Umstand, dass die Stiel-Eiche nach der Hänge-Birke bereits die zweithäufigste Baumart in diesen Wäldern ist, was die Vermutung, das sich diese Wälder in Richtung eines Birken-Eichenwaldes entwickeln, bestätigen würde. Auch die Rot-Buche (*Fagus sylvatica*) konnte – wenn auch noch selten – bereits nachgewiesen werden. Der hohe Artenreichtum an Bäumen ist als das Resultat des hohen Siedlungseinflusses zu deuten, denen diese Wälder in innerstädtischer Lage ausgesetzt sind, ist doch das Angebot an Samen der verschiedenen Baumarten aus dem Umfeld durch Anpflanzungen (Hecken, Straßen- und Parkbäume, Obstbäume) als extrem hoch einzustufen (s. Tab. 2).

Tab. 2: Häufigkeiten und Nutzung der in urban-industriellen Vorwäldern durch Vegetationsaufnahmen (n = 120) nachgewiesenen Baumarten (nach GAUSMANN 2006)

Taxon	**Absolute Häufigkeit**	**Obstbaum**	**Zierpflanze (Schutzpflanzung, Hecken, Straßenbaum)**	**Forstliche Nutzung**	**Natürliche autochthone Vorkommen**
Betula pendula	120		X		X
Quercus robur	103		X	X	X
Salix caprea	101		X		X
Sorbus aucuparia	86		X		X
Acer pseudoplatanus	82		X	X	
Fraxinus excelsior	78		X	X	X
Acer campestre	66		X		X
Betula ×aurata	61				X
Prunus serotina	60		X		
Prunus avium	54	X	X		X
Acer platanoides	50		X	X	
Quercus rubra	39		X	X	
Carpinus betulus	37		X	X	X
Populus tremula	31		X		X
Prunus padus	26		X		X
Acer pseudoplatanus 'Purpureum'	18		X		
Robinia pseudoacacia	17		X		
Salix alba	16		X		X
Salix ×reichardtii	16				X
Alnus glutinosa	13		X	X	X
Alnus incana	11		X	X	
Populus nigra 'Italica'-Hybride	11				X
Sorbus intermedia	11		X		
Populus maximowiczii-Hybride	10				X
Salix ×capreola	9				X
Aesculus hippocastanum	8		X		
Tilia cordata	8		X	X	
Quercus cerris	7		X	X	
Quercus petraea	7		X	X	X
Salix ×dasyclados	7		X		
Fagus sylvatica	6		X	X	X
Populus alba	6		X		
Taxus baccata	6		X		
Tilia ×europaea 'Pallida'	6		X		
Malus domestica	5	X			
Prunus cerasus	4	X			
Quercus ×rosacea	4				X
Acer ginnala	3		X		
Malus toringo	2	X	X		
Prunus mahaleb	2		X		
Pyrus communis	2	X			
Tilia platyphyllos	2		X		
Ulmus glabra	2		X	X	X
Acer saccharinum	1		X		
Ailanthus altissima	1		X		
Paulownia tomentosa	1		X		
Picea abies	1		X	X	
Pinus sylvestris	1		X	X	
Salix fragilis	1				X
Salix ×multinervis	1				X
Salix ×rubens	1				X
Salix ×smithiana	1		X		
Ulmus ×hollandica	1		X		
∑ **53**		∑ **4**	∑ **40**	∑ **16**	∑ 24

5 Fazit

Die Untersuchungen auf den Dauerquadraten haben gezeigt, dass die Dynamik auf den jungen Brachflächen bzw. in den jungen Vegetationstypen wesentlich höher ist als in den Waldbeständen. Zwar sind auch diese noch einer dynamischen Entwicklung unterworfen, diese läuft aber wesentlich langsamer ab und ist nicht so auffällig wie beispielsweise alljährliche Veränderungen und Verschiebungen im Arteninventar oder das schnelle Höhenwachstum in den Pionier- und Verbuschungsstadien. Des weiteren wird deutlich, dass der pH-Wert als steuernder Faktor sich wesentlich auf Qualität und Quantität des Arteninventars auswirkt. So gilt auch hier – ebenso wie in natürlichen und naturnahen Vegetationstypen – die Regel: saurer Boden = wenige Arten, basenreicher Boden = viele Arten.
Auch wenn die Zeiträume der Besiedlung mit „echten“ Waldbaumarten wie Eichen und Buchen mit mehreren Jahrzehnten veranschlagt werden muss (wie dies sehr gut in dem 50 Jahre alten Waldstadium Rheinelbe beobachtet werden kann), wird sich das Baumarteninventar dieser Industriewälder ändern, Birken und Weiden werden von Berg-Ahorn, Hainbuche, Stiel-Eiche und möglicherweise Rot-Buche abgelöst. Zwar haben diese Waldarten in den Industriewäldern noch einen Häufigkeitsschwerpunkt in der Krautschicht (GAUSMANN 2006), und wahrscheinlich werden auch nicht alle Individuen dieser Arten zu einem adulten Baum heranwachsen, jedoch lässt das zahlreiche Auftreten der Stiel-Eiche die Vermutung zu, dass die Entwicklung zu einem Birken-Eichenwald (*Betulo-Quercetum*) als Klimaxgesellschaft auf Bergehalden durchaus möglich ist, vielleicht auch zu einem Geißblatt-Buchenwald (*Periclymeno-Fagetum*). Da diese sukzessionalen Entwicklungen mit Jahrzehnten, möglicherweise auch mit Jahrhunderten veranschlagt werden müssen, bleibt die endgültige Klärung der Frage, welcher Wald letztendlich die Schlussgesellschaft bilden wird, oder ob vielleicht ein völlig neuer, eigenständiger oder gar industrietypischer Wald entsteht, eine spannende Frage der Sukzessionsforschung, die nur mit Hilfe langfristig ausgerichteter Beobachtung der „Industrienatur“ im Zuge eines Monitoring beantwortet werden kann.

Danksagung:
Für kritische Hinweise zum Text danke ich Herrn Prof. Dr. Henning Haeupler (Bochum), für die Herstellung von Abb. 1 mit ArcView danke ich Herrn Dr. Randolph Kricke (Oberhausen). Herrn Dipl.-Biol. Christian Kert (Bochum) danke ich für die freundliche Genehmigung zur Verwendung des benutzten Fotomaterials (Abb. 13, 14 u. 16).

Literaturverzeichnis:

Dettmar, J. (2005): Forest for Shrinking Cities ? - The Project "Industrial Forest of the Ruhr". In: Wild Urban Woodlands. Heidelberg, S. 263-276

GAUSMANN, P., LOOS, G.H., KEIL, P. & *HAEUPLER, H.* (2004): Einige bemerkenswerte floristische Funde auf Industriebrachen des mittleren Ruhrgebietes. Natur u. Heimat, 64 Jg., Heft **2**. Münster, S. 47-54

Gausmann, P. (2006): Ökologische und vegetationskundliche Untersuchungen an urban-industriellen Vorwäldern im Ruhrgebiet. Diplomarbeit am Geographischen Institut u. der AG Geobotanik der Ruhr-Universität Bochum

Haeupler, H., Jagel, A. & *Schumacher, W.* (2003): Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen in Nordrhein-Westfalen. Hrsg.: Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW. Recklinghausen, 616 S.

JOCHIMSEN, M. (1991): Ökologische Gesichtspunkte zur Vegetationsentwicklung auf Bergehalden. In: Bergehalden des Steinkohlenbergbaus. Wiesbaden, S. 189-194

JOCHIMSEN, M., HARTUNG, J. & *FISCHER, I.* (1995): Spontane und künstliche Begrünung der Abraumhalden des Stein- und Braunkohlenbergbaus. Berichte d. Reinh.-Tüxen-Ges. **7**. Hannover, S. 69-88

REIDL, K. (1989): Floristische und vegetationskundliche Untersuchungen als Grundlagen für den Arten- und Biotopschutz in der Stadt - Dargestellt am Beispiel Essen. Diss. Univ.-Essen, 811 S.

Weiss, J. (2003): "Industriewald Ruhrgebiet". Freiraumentwicklung durch Brachensukzession. LÖBF-Mitteilungen **1**/03. Recklinghausen, S. 55-59

Weiss, J., Burghardt, W., Gausmann, P., Haag, R., Haeupler, H., Hamann, M., Leder, B., Schulte, A., & *Stempelmann, I.* (2005): Nature Returns to Abandoned Industrial Land – Monitoring Succession in Urban-Industrial Woodlands in the German Ruhr. In: Wild Urban Woodlands. Heidelberg, S.143-162

WOLFF-STRAUB, R., BÜSCHER, D., DIEKJOBST, H., FASEL, P., FOERSTER, E., GÖDDE, R., JAGEL, A., KAPLAN, K., KOSLOWSKI, I., KUTZELNIGG, H., RAABE, U., SCHUMACHER, W. & *VANBERG, Ch.* (1999): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere, 3. Fassung. LÖBF-Schr.R.**17**. Recklinghausen, S. 75-171

Anhang 1

Abbildungen der Daueruntersuchungsflächen



Abb. 12: Das Pionierstadium Alma (PA) – hier im Blühaspekt mit der Wilden Möhre (Daucus carota); Foto: P. Gausmann



Abb. 13: Die Pionierfläche Zollverein (PZ); Foto: C. Kert



Abb. 14: Das Verbuschungsstadium Alma (VA); Foto: C. Kert



Abb. 15: Das Verbuschungsstadium Rheinelbe (VR); Foto: P. Gausmann



Abb. 16: Das Waldstadium Zollverein (WZ), ein gepflanzter Robinienforst; Foto: C. Kert



Abb. 17: Das Waldstadium Rheinelbe (WR); Foto: P. Gausmann